

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



HÀ VĂN AN

PHÁT HIỆN NHỊP THỞ BẰNG CẢM BIẾN RADAR

CHUYÊN NGÀNH: HỆ THỐNG THÔNG TIN

Mã số: 8.48.01.04

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SỸ
(Theo định hướng ứng dụng)

Hà Nội – 2023

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS.PHẠM VĂN CƯỜNG

Phản biện 1: PGS.TS Phạm Văn Đức

Phản biện 2: PGS.TS Đặng Trung Tuấn

Luận văn này được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: 09 giờ 00 ngày 17 tháng 02 năm 2023

Có thể tìm hiểu luận văn này tại:

Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Trước đây, người ta đo nhịp thở bằng phương pháp đếm thủ công nhịp thở của bệnh nhân trong 1 phút và ghi chép lại số liệu. Ngày nay, các phương pháp chính để đo nhịp thở là sử dụng các cảm biến tiếp xúc. Kết quả của các phương pháp này có độ chính xác rất cao nhưng lại rất khó để sử dụng liên tục trong thời gian dài. Các thiết bị này được đặt ở những khu vực chuyên dụng như: bệnh viện, phòng khám, phải gắn trực tiếp trên cơ thể của đối tượng cần đo, phạm vi đo ngắn, không linh hoạt. Điều này có thể gây ra cảm giác khó chịu, mệt mỏi cho bệnh nhân. Do đó, sự phát triển của các công nghệ cảm biến không tiếp xúc đã giải quyết được những hạn chế của cảm biến tiếp xúc.

Đặc biệt, cảm biến Radar có chi phí thấp, nhỏ gọn, có thể sử dụng ở những nơi ánh sáng kém, độ chính xác cao, bền bỉ, thích ứng với nhiều loại địa hình, môi trường là một trong những điểm tích cực làm cho ta đánh giá được cảm biến Radar có lợi thế vượt trội hơn hẳn trong các cảm biến không tiếp xúc khác. Việc sử dụng cảm biến Radar cho chúng ta một phương pháp đo nhịp thở đơn giản và chính xác hơn. Tính mới của phương pháp này là việc sử dụng nền tảng dựa trên sự phản hồi của sóng radar từ cảm biến Radar đến lồng ngực của bệnh nhân và ngược lại. Kết hợp với các thuật toán đã được xây dựng sẵn để tính toán được các chuyển động tinh vi của đối tượng (ví dụ như sự nhô lên của thành ngực) từ đó cho ra được kết quả đo nhịp thở của bệnh nhân một cách nhanh chóng và độ tin cậy lên đến 95% so với cảm biến tiếp xúc [13].

2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu

2.1 Các phương pháp đo nhịp thở

Phương pháp đo nhịp thở bằng cảm biến Radar siêu rộng (UWB) [16]. Tác giả đã sử dụng các đơn vị radar UWB có sẵn trên thị trường PulsON® 440 (P440) Mô-đun radar tĩnh điện (MRM) để tiến hành thí nghiệm. Mỗi cảm biến có một bộ phát UWB và một bộ thu UWB. Băng tần hoạt động của máy phát và máy thu nói chung là 3,1 đến 4,8 GHz với tần số trung tâm là 4,3 GHz. Nghiên cứu diễn ra trong hai giai đoạn: Giai đoạn đầu là trong môi trường có kiểm soát (phòng thí nghiệm), và giai đoạn thứ hai là trong môi trường lâm sàng (ED). Ở giai đoạn đầu, mỗi đối tượng phải nằm yên trên giường, trải qua ba giai đoạn nhịp thở cụ thể: 10 nhịp thở mỗi phút, 15 nhịp thở mỗi phút và 20 nhịp thở mỗi phút. Trong mỗi

nhịp của giai đoạn thở, các radar đã chụp được chuyển động ngực và bụng tương ứng của đối tượng.

Phương pháp đo nhịp thở bằng cảm biến Radar sóng milimet (mmWave) [17] hoạt động ở băng tần 60 - 77 GHz. Đây là một công nghệ cảm biến không tiếp xúc để phát hiện các đối tượng và cung cấp phạm vi, vận tốc và góc của các đối tượng đó. Nó mang lại trải nghiệm thoải mái hơn và nhanh hơn đối với cơ thể con người, và nó đã dần được chú ý trong lĩnh vực cảm biến Radar. Kết hợp với các thuật toán được đề xuất ngăn chặn tiếng ồn và gây nhiễu sóng hài hòa, độ chính xác của các thuật toán đề xuất cho cả nhịp hô hấp và nhịp thở đạt khoảng 93% [17].

2.2 Kết luận

Các phương pháp đo nhịp thở được liệt kê ở trên là một phần nhỏ trong những phương pháp đo nhịp thở hiện nay. Được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực y học, công nghiệp, quân sự... Trong đó, phương pháp đo nhịp thở bằng cảm biến Radar là công nghệ lý tưởng để phát hiện nhịp thở. Ngoài ra, công nghệ cảm biến Radar mang lại lợi thế về giám sát liên tục, không tiếp xúc trực tiếp lên cơ thể đối tượng, thuận tiện hơn cho cả người theo dõi và người được theo dõi.

3. Mục tiêu nghiên cứu

Hiểu rõ cơ chế, cách thức hoạt động của cảm biến Radar đo chỉ số của cơ thể con người. Đề tài cũng triển khai ứng dụng một trong số các tính năng của Radar vào xây dựng một hệ thống đo nhịp thở các đối tượng cần theo dõi.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đề tài tập trung vào nghiên cứu lý thuyết về cảm biến Radar và các ứng dụng liên quan đến đo nhịp thở của cảm biến Radar. Kết quả của đề tài là phát triển một hệ thống đo nhịp thở và triển khai thực nghiệm.

5. Phương pháp nghiên cứu:

Để đạt được mục đích nghiên cứu, tác giả tập trung tìm hiểu, nghiên cứu các nội dung theo trình tự sau :

- Nghiên cứu mô hình tổng quan hệ thống đo nhịp thở và các kỹ thuật liên quan.
- Nghiên cứu về cảm biến Radar và ứng dụng trong đo nhịp thở.

PHẦN NỘI DUNG

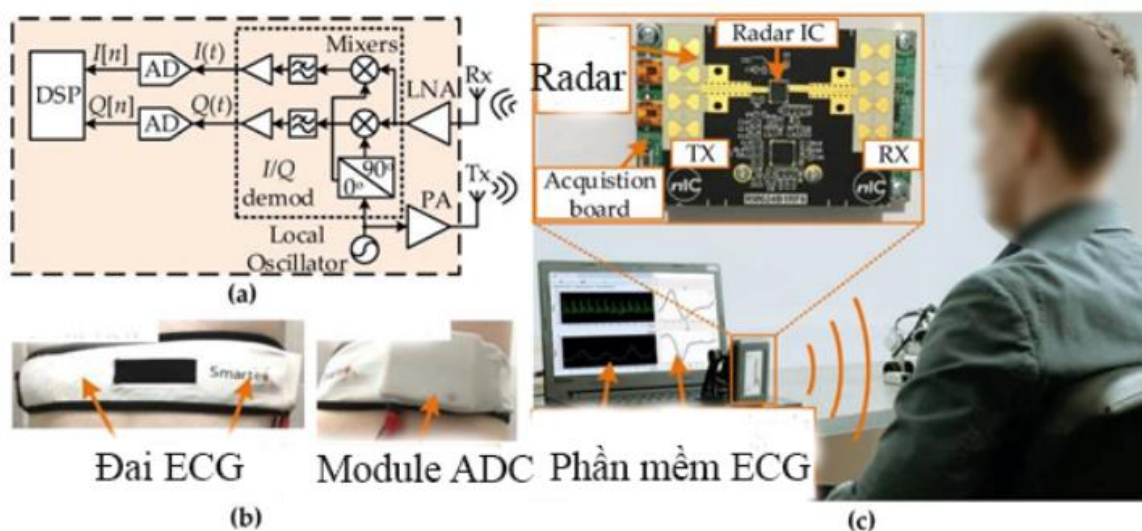
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐO NHỊP THỞ

1.1. Bài toán đo nhịp thở

1.2. Các nghiên cứu trước đây

1.2.1 Phát hiện nhịp thở và nhịp tim thông qua sóng Radar Doppler 24GHz trong thời gian thực

Nebojša Malešević, Vladimir Petrović, Minja Belić, Christian Antfolk, Veljko Mihajlović, và Milica Janković [12] đã trình bày một phương pháp không tiếp xúc đơn giản và hiệu quả để phát hiện từng nhịp tim. Phương pháp này dựa trên radar CW Doppler kết hợp trực tiếp với tầng ANN để phát hiện các gợn sóng tín hiệu nhỏ do chuyển động của ngực dưới milimet do nhịp tim. Phương pháp này có độ trễ thấp hơn, độ phức tạp tính toán thấp hơn và triển khai dễ dàng hơn trên nền tảng nhúng khi so sánh với các phương pháp truyền thống được mô tả trong tài liệu, trong khi vẫn đạt được độ chính xác ước tính nhịp tim tốt nhất.



Hình 1.1: Mô phỏng thí nghiệm đo bằng máy điện tâm đồ và Radar.

- (a) Cấu trúc của Radar Doppler cầu phương được sử dụng cho các phép đo;
- (b) Ảnh chụp Hệ thống WWS được sử dụng để đo điện tâm đồ (ECG);
- (c) Thiết lập thí nghiệm.

1.2.2 Phân tích thành phần chính của nhịp thở đo bằng Radar UWB

Nghiên cứu này đề xuất một phép đo chính xác và ổn định của nhịp thở bằng radar UWB dựa trên PCA. PCA giúp nén tín hiệu xung UWB, do đó cải thiện SNR. Các tín hiệu quan trọng được biến đổi và phân tích trong không gian thành phần chính. Một phép chiếu trên PC đầu tiên cung cấp thông tin quan trọng nhất chất lượng tín hiệu, chứa hầu hết thông tin về các tín hiệu quan trọng (84,47%). Cả tín hiệu hô hấp và tín hiệu nhịp thở đều được được

cải thiện thành 8 dB-10 dB SNR bằng cách sử dụng phương pháp PCA, khi so với hai cách tiếp cận thông thường: FFT trực tiếp và CSD.

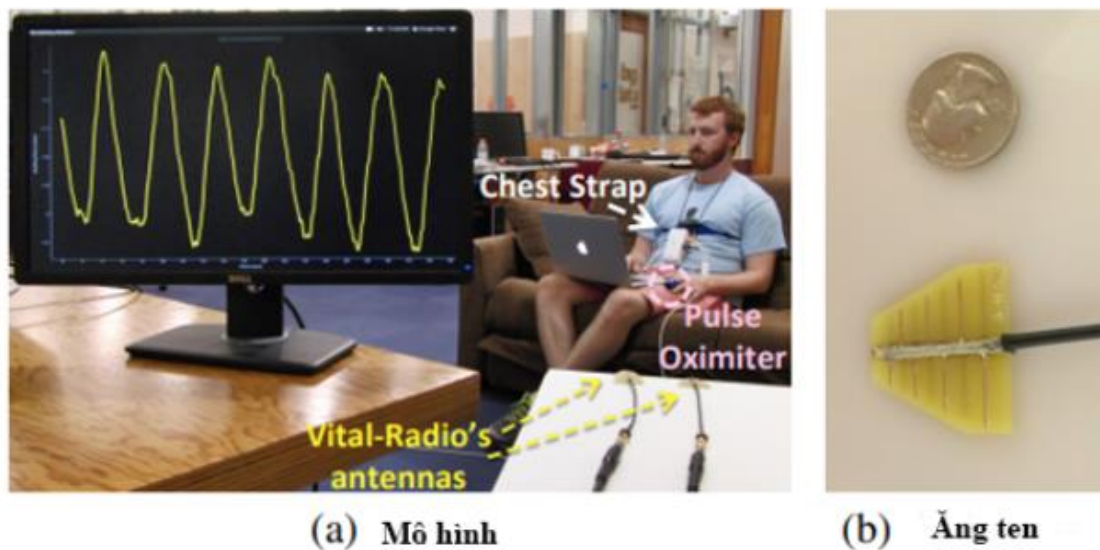
1.2.3 Theo dõi dấu hiệu sinh tồn bằng Radar sóng FMCW Millimeter

Adeel Ahmad, June Chul Roh, Dan Wang, Aish Dubey [14] đã sử dụng Radar sóng FMCW Millimeter để chứng minh tính khả thi của việc đo các dấu hiệu sinh tồn của nhiều người bằng tần suất cảm biến sóng mm (FMCW) CMOS hoạt động từ 76-81 GHz. Họ cũng chứng minh rằng các ứng dụng này có thể được hỗ trợ một cách đáng tin cậy bởi một giải pháp tích hợp giúp tối ưu hóa kích thước, mức tiêu thụ điện năng và chi phí an toàn giải pháp giám sát quan trọng.

1.2.4 Ứng dụng nhà thông minh vào theo dõi nhịp thở và nhịp tim

1.2.4.1 Thử nghiệm đo trên 1 người

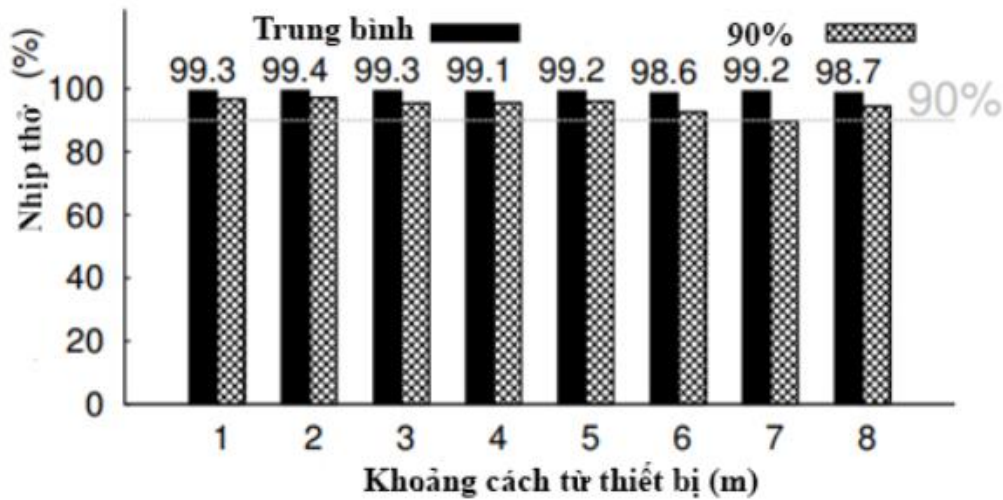
Để hiểu hoạt động của Vital-Radio, các nhà khoa học đã thử nghiệm lần đầu tiên với một người trong phòng, khoảng cách từ 1m đến 8m.



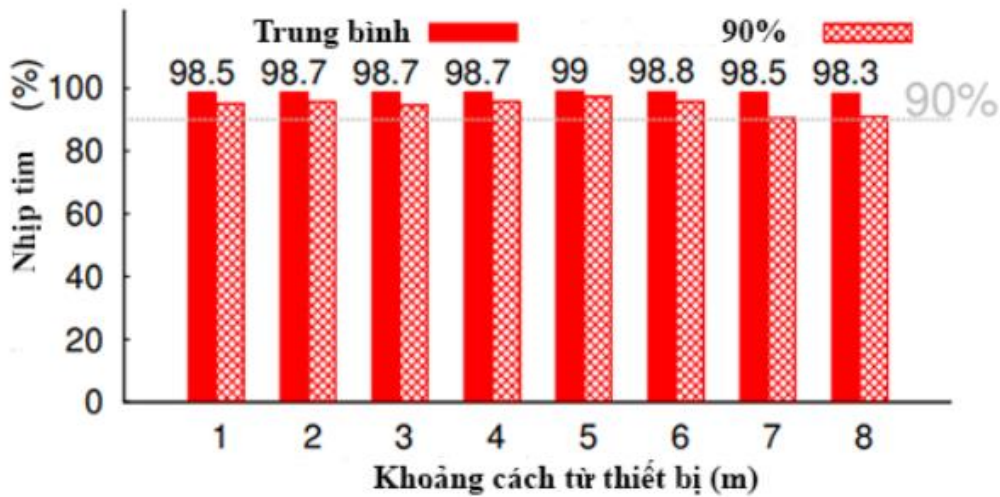
Hình 1.7: Thiết lập thử nghiệm.

(a) Hiện thị một người, ngồi cách khoảng 2,5m cách xa ăng-ten của Vital-Radio. Người dùng cũng đeo dây đeo ngực và một máy đo oxy, được kết nối với Alice PDx để thu được các phép đo thực tế cơ bản.

(b) Ăng ten Vital-Radio.



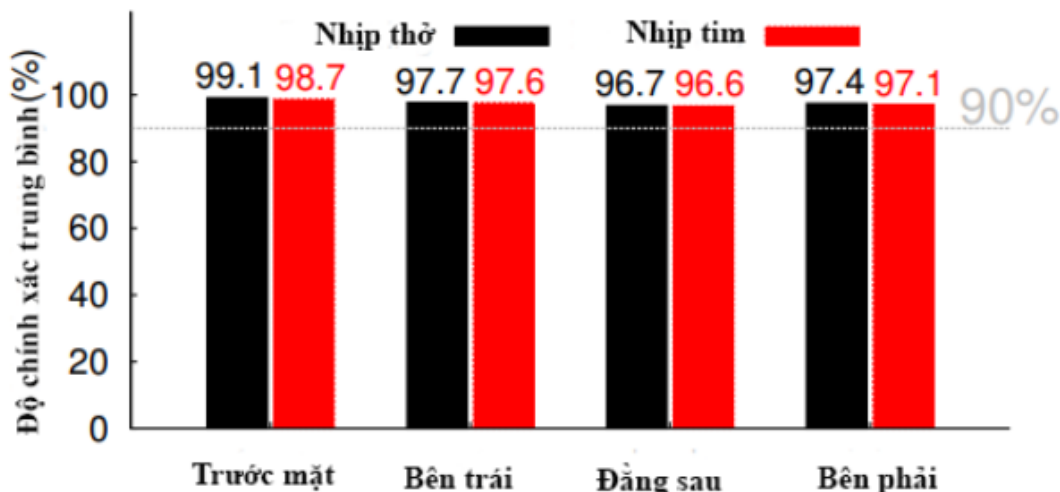
Hình 1.8: Kết quả đo nhịp thở thu được từ Vital-Radio và thiết bị đo Alice PDx.



Hình 1.9: Kết quả đo nhịp tim thu được từ Vital-Radio và thiết bị đo Alice PDx.

Từ Hình 1.8 và Hình 1.9 cho thấy độ chính xác trung bình là 99,3% ở cách thiết bị 1m và tới 98,7% ở cách thiết bị 8m.

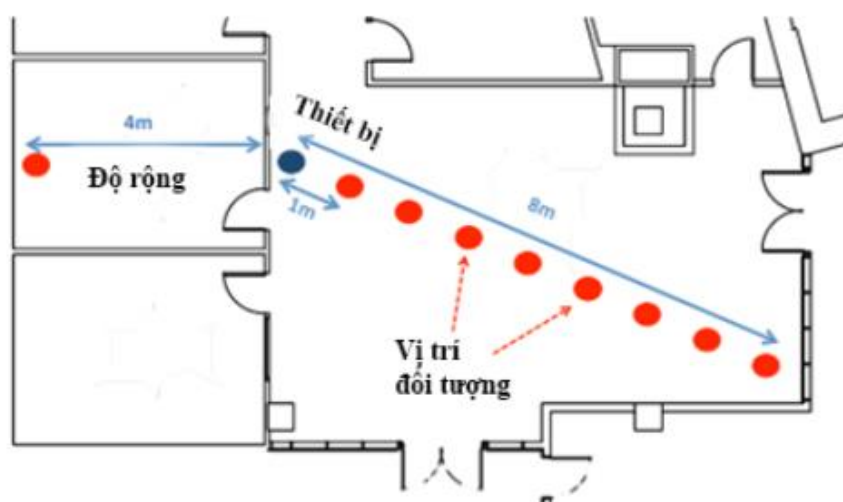
Nhìn biểu đồ thì nhận thấy được độ chính xác trên 90% cho tất cả các lần đo.



Hình 1.10: Độ chính xác trung bình của Vital Radio đối với nhịp thở và nhịp tim đối với người dùng ngồi cách thiết bị 4m và quay mặt về các hướng khác nhau.

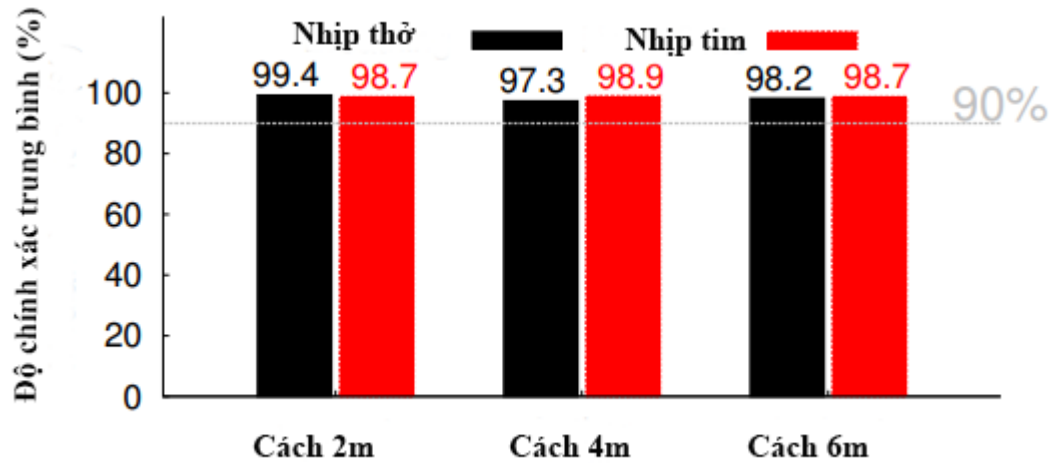
1.2.4.2 Thử nghiệm đo trên nhiều người

Các nhà khoa học quan tâm đến việc đánh giá độ chính xác của Vital-Radio cho giám sát dấu hiệu quan trọng nhiều người dùng. Do đó, họ thực hiện các thử nghiệm này, trong đó họ đã yêu cầu ba người dùng của mình ngồi lên một chiếc ghế ở các mốc 2m, 4m và 6m trong Hình 1.11. Trong mỗi thử nghiệm, Vital-Radio xác định rằng có 3 người dùng, mỗi người ở khoảng cách tương ứng của ảnh ấy với thiết bị và đưa ra các dấu hiệu quan trọng của từng thiết bị.



Hình 1.11: Thiết kế thử nghiệm.

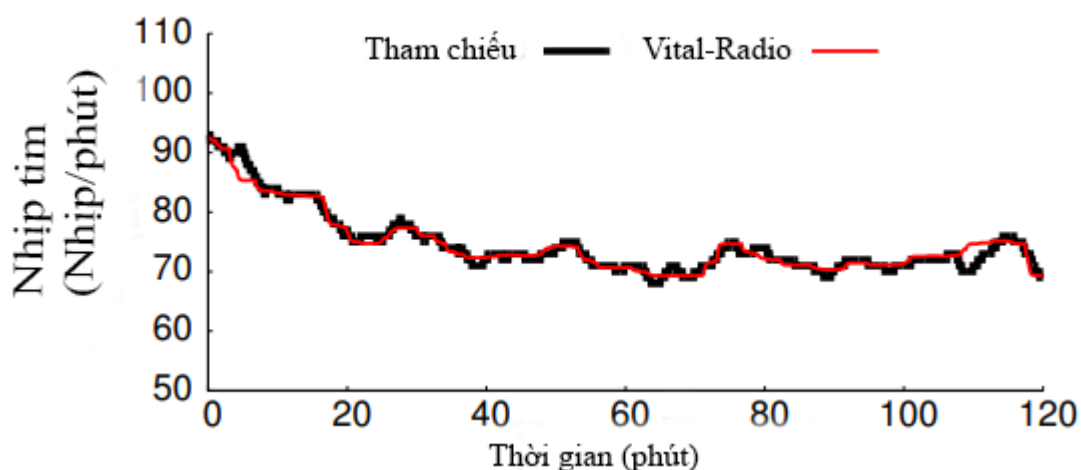
Hình vẽ cho thấy bố cục thiết lập thử nghiệm, đánh dấu vị trí của Vital-Radio bằng màu xanh và các đối tượng màu đỏ được giám sát đang ngồi ở các vị trí khác nhau.



Hình 1.12: Kết quả Vital-Radio đo độ chính xác trung bình trong việc theo dõi các dấu hiệu quan trọng của đồng thời 3 người. Ngồi cách thiết bị 2m, 4m và 6m.

Hình này cho thấy Vital-Radio's theo dõi nhịp thở và nhịp tim có độ chính xác là khoảng 98% cho cả ba người dùng. Cũng lưu ý rằng, do sự gia tăng khoảng cách giữa những người dùng này và thiết bị mà độ chính xác trung bình của người dùng gần nhất cao hơn so với hai người dùng tiếp theo. Những kết quả này xác minh rằng Vital-Radio có thể theo dõi dấu hiệu quan trọng của nhiều người dùng và độ chính xác theo dõi của nó đối với nhiều người dùng cũng giống như đối với một người dùng.

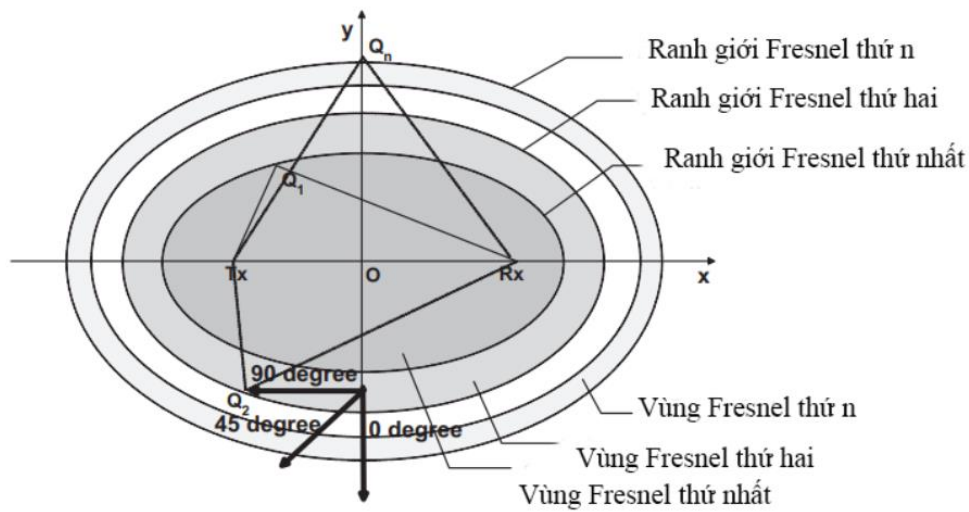
1.2.4.3 Theo dõi nhịp tim của người dùng đang tập thể dục



Hình 1.13: Kết quả đo nhịp tim của người dùng bằng Vital-Radio (màu đỏ) và thiết bị đo AlicePDx (màu đen).

1.2.5 Theo dõi nhịp thở và nhịp tim trong thời gian thực bằng sóng WiFi

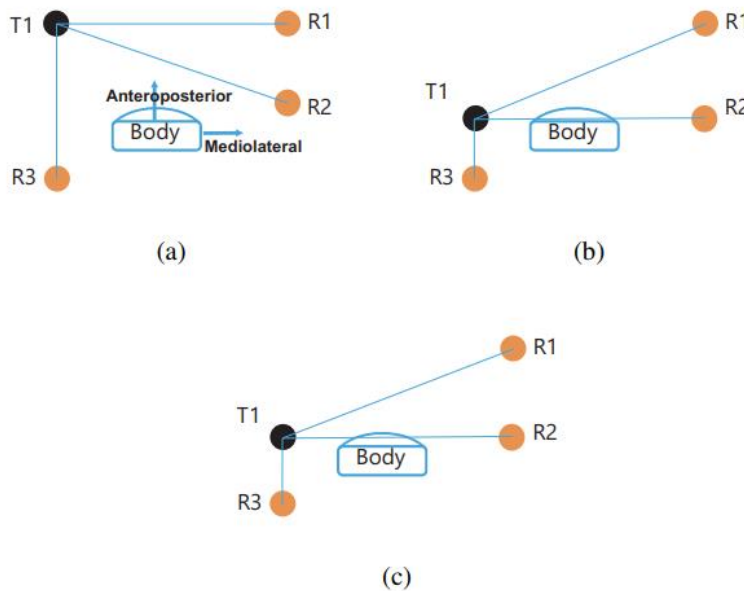
1.2.5.1 Thí nghiệm sơ bộ:



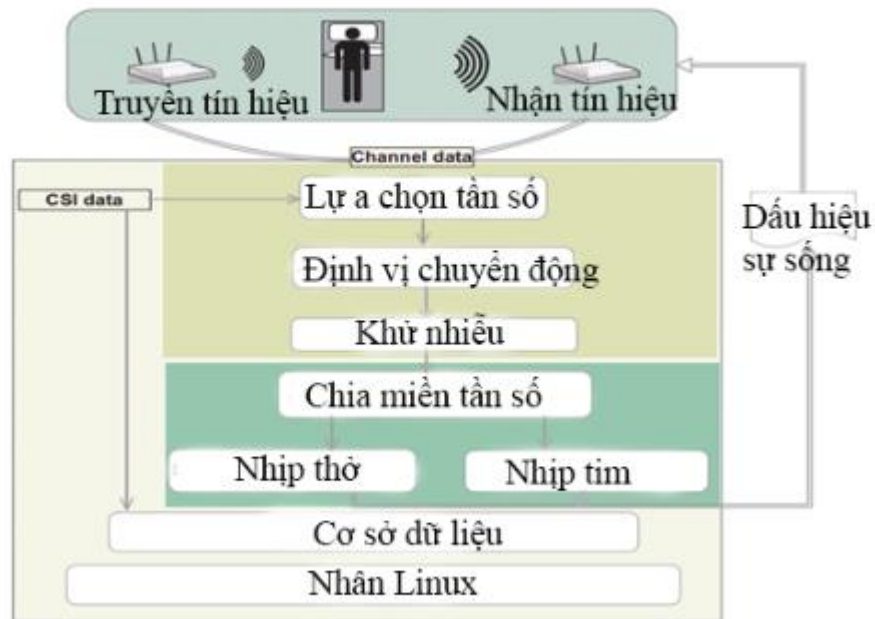
Hình 1.14: Vùng Fresnel.

Vùng Fresnel được định nghĩa là một loạt các elip đồng tâm, và P1 và P2 là vị trí của anten phát và anten thu tương ứng Tx và Rx lần lượt đại diện cho người gửi và người nhận.

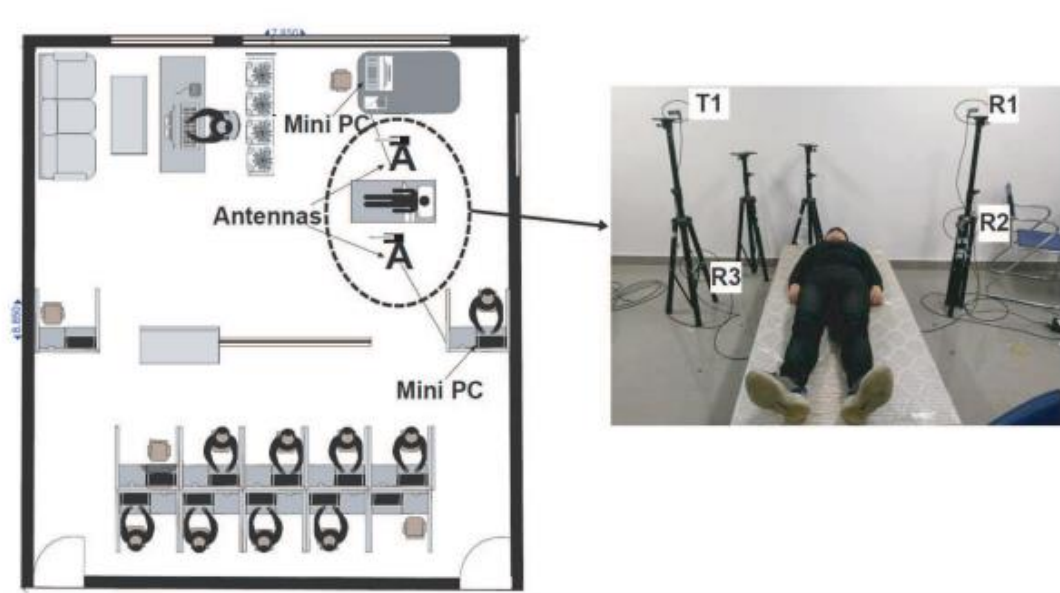
❖ Mô hình thử nghiệm



Hình 1.15: Mô hình thử nghiệm hệ thống.

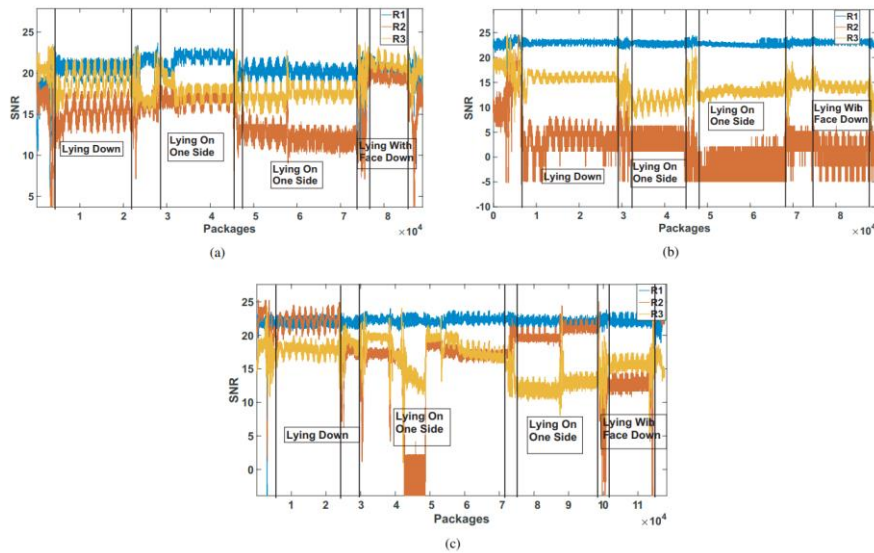


Hình 1.16: Thiết kế hệ thống thử nghiệm.



Hình 1.17: Mô hình thực tế.

❖ Kết quả



Hình 1.18: Kết quả đo thử nghiệm.

❖ Kết luận

Trong thí nghiệm này, các nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng họ có thể sử dụng tín hiệu WiFi để theo dõi các dấu hiệu quan trọng của mọi người (hơi thở và nhịp tim) cho các tư thế ngủ khác nhau chỉ bằng một cặp thiết bị WiFi. Đặc biệt, hệ thống của họ đã khai thác CSI trích xuất từ Wifi để phát hiện các chuyển động nhỏ do hơi thở và nhịp tim. Họ thiết lập ăng-ten dựa trên mô hình Fresnel nhiễu xạ và lý thuyết truyền tín hiệu, giúp tăng cường khả năng phát hiện chuyển động nhịp thở/nhịp tim yếu. Họ đã triển khai một hệ thống nguyên mẫu bằng cách sử dụng các thiết bị có sẵn và một hệ thống xử lý thời gian thực để theo dõi các dấu hiệu quan trọng trong thời gian thực. Kết quả thực nghiệm cho thấy độ chính xác nhịp thở và hiệu suất phát hiện nhịp tim. bên trong trong tương lai, chúng tôi dự định thiết kế một định vị chuyển động bất thường thuật toán dựa trên phát hiện đều đặn, có thể chính xác định vị phạm vi của các chuyển động bất thường (lật lại và lấy lên, v.v.) và phân loại các chuyển động bất thường để cung cấp thêm thông tin giấc ngủ chi tiết.

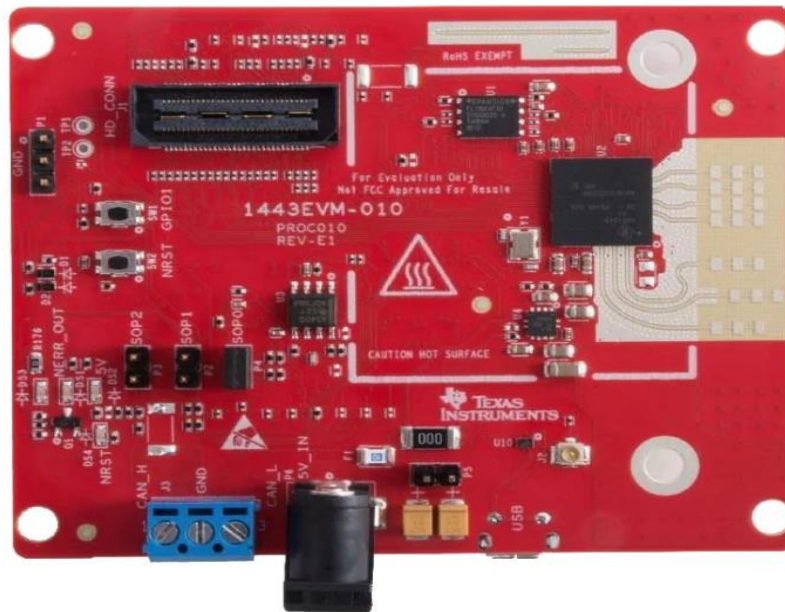
1.3. Kết luận

Chương này đã khái quát về một số những nghiên cứu trước đây của các nhà khoa học về đo nhịp thở, nhịp tim bằng cảm biến Radar không tiếp xúc. Chương cũng đưa ra và phân tích các phương pháp đang sử dụng để từ đó làm tiền đề cho chương 2.

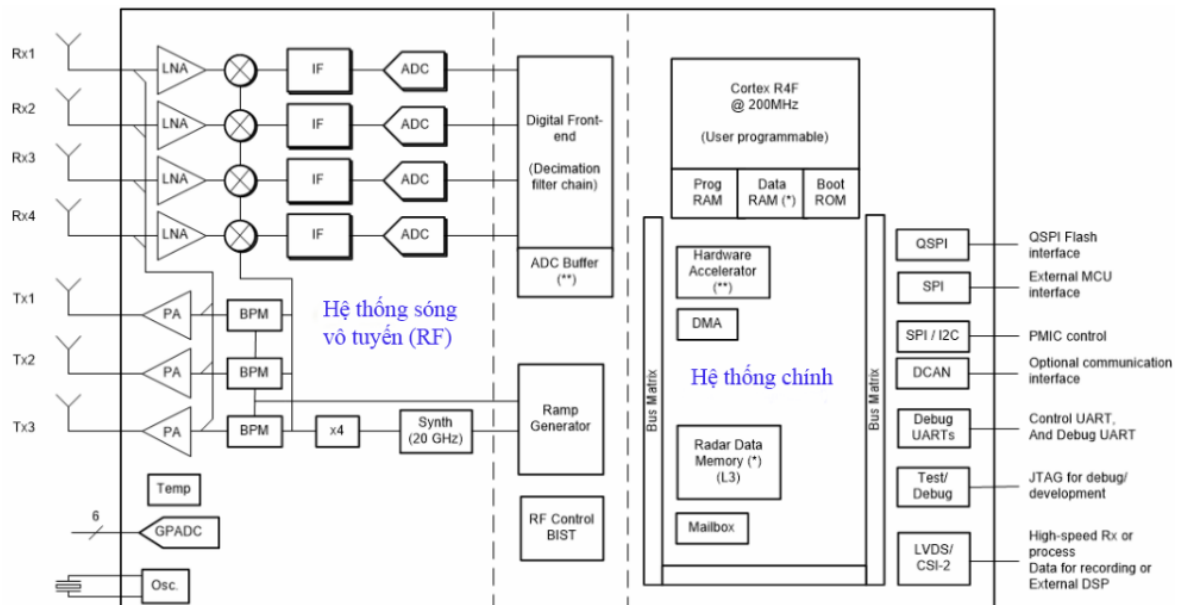
CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP THEO DÕI NHẬP THỞ BẰNG CẢM BIẾN RADAR

2.1. Giới thiệu về cảm biến Radar TI IWR- 1443

2.1.1 Lý do chọn cảm biến Radar TI IWR- 1443



Hình 2.1: Cảm biến Radar TI IWR- 1443.



Hình 2.2: Sơ đồ khối Radar TI IWR1443.

2.1.2 Thông số cơ bản của cảm biến Radar TI IWR- 1443

Bảng 2.1: Thông số cơ bản cảm biến Radar IWR-1443.

| | |
|----------------------------|--|
| Tần số | 76 - 81 GHz |
| Ăng ten thu tín hiệu(Rx) | 4 |
| Ăng ten phát tín hiệu (Tx) | 3 |
| Tốc độ lấy mẫu ADC (MSPS) | 37.5 |
| Công suất phát (dBm) | 12 |
| Arm CPU | ARM R4F @ 200MHz |
| Co-processor(s) | Radar Hardware Accelerator |
| RAM (KB) | 576 |
| Loại Interface | CAN, CSI-2, I2C, LVDS, QSPI, SPI, UART |
| Phạm vi nhiệt độ(C) | -40 đến 105 |
| Nguồn điện | LP87702-Q1, LP87745-Q1 |

2.1.3 So sánh với các loại cảm biến Radar khác

Bảng 2.2: So sánh Radar IWR-1443 với các loại khác.

| Loại Radar | IWR- 1443 | FMCW | FMCW |
|-----------------------------|-----------|-------|-----------|
| Tần số (GHz) | 77–81 | 77–81 | 76–81 |
| Phạm vi tối đa (m) | 2.55 | 4.3 | 2 |
| Phát hiện đồng thời (Người) | 4 | 2 | 1 |
| Môi trường thí nghiệm | Trong nhà | - | Phòng ngủ |

2.1.4 Ưu và nhược điểm của cảm biến Radar IWR- 1443

❖ Ưu điểm

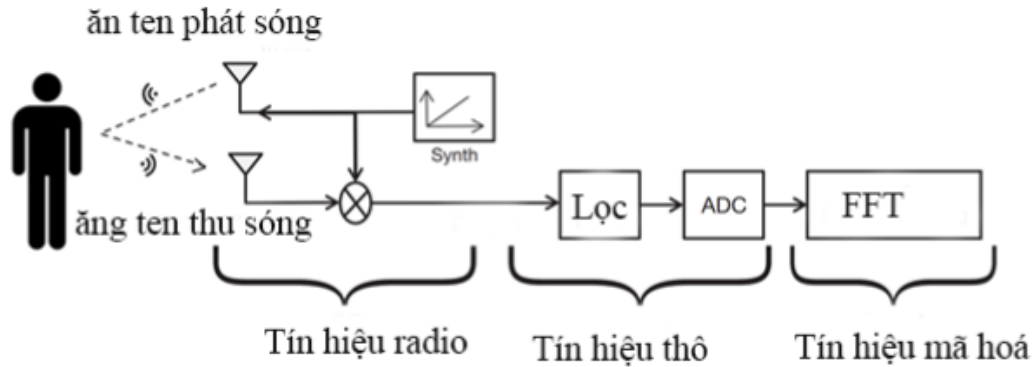
- Mạnh mẽ- Radar mmWave mạnh mẽ với các điều kiện khí quyển như bụi, khói và sương mù so với các cảm biến hồng ngoại.
- Hoạt động dưới cường độ sáng khác nhau - Radar mmWave có thể hoạt động dưới ánh sáng rực rỡ, đèn chói hoặc không có đèn.

❖ Nhược điểm

- Nó dễ bị ảnh hưởng bởi bầu khí quyển và các thông số khí tượng khác. Do đó nó không cung cấp đo khoảng cách chính xác của các vật thể gần đó. Điều này làm suy yếu quá trình xác định vật thể.

- Hoạt động của radar sóng milimet bị ảnh hưởng do nhiễu từ các cột điện gần đó, tháp di động, WiFi / điểm truy cập di động, v.v.

2.2 Nguyên lý hoạt động của cảm biến Radar IWR- 1443



Hình 2.3: Nguyên lý hoạt động của Radar.

2.3. Thuật toán đo nhịp thở bằng cảm biến Radar

IWR- 1443 là loại Radar phát ra tín hiệu hình sin trong một khoảng thời gian nhất định. thời gian quét T. Tín hiệu hình sin được điều chế bằng điều chế tần số với một băng thông B. Tín hiệu này còn được gọi là tín hiệu chirp. Một tín hiệu chirp là một hình sin sóng có tần số tăng tuyến tính theo thời gian [12].

Tần số ban đầu của nó là f_c .

Tín hiệu FMCW đã truyền $s(t)$ được biểu diễn như sau:

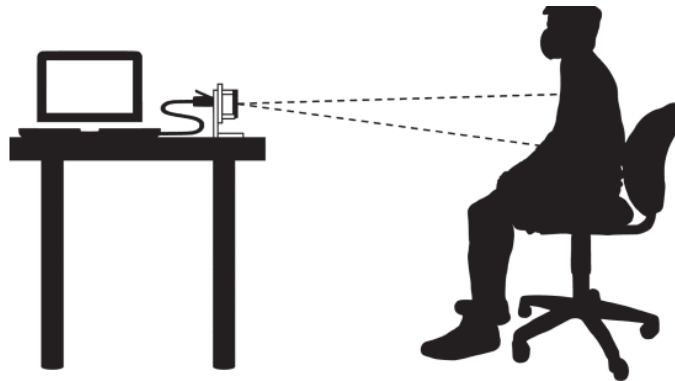
$$s(t) = A \cos \left(2\pi f_c t + \pi \frac{B}{T} t^2 \right). \quad (1)$$

CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG HỆ THỐNG VÀ THỬ NGHIỆM

3.1 Phân tích hệ thống

- ❖ Cảm biến TI mmWave đo độ dịch chuyển của lồng ngực khi cảm biến đặt đối diện ngực của người làm thí nghiệm.
- ❖ Các nhân xử lý tích hợp trên cảm biến TI-IWR 1443 mmWave được sử dụng để lọc ra mô hình nhịp thở từ dịch chuyển lồng ngực và ước tính nhịp thở.
- ❖ GUI hiển thị dữ liệu dạng sóng được lọc ra và ước tính nhịp thở.

3.2 Thiết kế hệ thống



Hình 3.1: Thiết kế hệ thống đo nhịp thở bằng Radar.



Hình 3.2: Hình ảnh đặt thiết bị thực tế.

3.3 Phát triển hệ thống

3.3.1 Các công cụ phát triển hệ thống

- ❖ Phần mềm:
 - [Ti mmWave SDK](#) phiên bản mới nhất.
 - [Vital Signs Lab CCS Project](#).

- Phần mềm [UniFlash](#) để cài đặt firmware cho Radar.
- [XDS110 Drivers](#).
- Thư viện [MATLAB runtime R2016b](#) để hiển thị GUI Lab.
- ❖ Phần cứng:
 - AWR14xx/IWR14xx EVM.
 - Dây cáp Micro USB.
 - Nguồn điện 5V/5A.
 - Máy tính dùng để trích xuất dữ liệu.

3.3.2 Phát triển giao diện



Hình 3.3: Hình ảnh giao diện đo.

3.4 Thử nghiệm và đánh giá

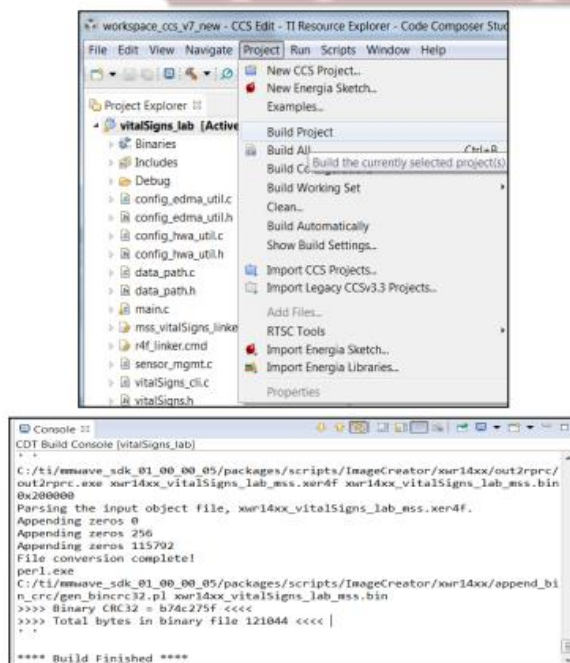
3.4.1 Cài đặt hệ thống

- ❖ Bước 1: Tải các công cụ cần thiết ở mục 3.3.1 về máy tính cá nhân.

| Tool | Version | Download link |
|--|---------------------|---|
| CCS | 7.1 or later | download link Please note that CCS v7.1 or later is mandatory. CCSv6.x cannot be used |
| TI SYS/BIOS | 6.50.1.12 or later | download link |
| TI ARM compiler | 16.9.1.LTS or later | Included in CCS v7.1 |
| TI CGT compiler | 8.1.3 or later | Included in CCS v7.1 |
| XDC | 3.50.00.10 or later | download link Use the installer that has no mention of JRE which by default has JRE (this installer will be bigger than the one without JRE). Also it is recommended that this be installed separately even if CCS has this version installed since the CCS version is without JRE. |
| C64x+ DSPLIB | 3.4.0.0 | Please download the installer for C64x+. download link |
| C674x MATHLIB (little-endian, elf/coff format) | 3.1.2.1 | Please download the installer for C674x. download link |
| Perl | 5.20.2 or later | download link |
| CRC.pm | 0.21 | download link [This is an add-on to the Perl installation. This file needs to be copied to <PERL installation folder>\perl\lib\Digest folder. |
| Mono JIT compiler | 3.2.8 | Only for Linux builds |
| mmwave device support packages | 1.5.3 or later | Upgrade to the latest using CCS update process |
| TI Emulators package | 6.0.0576.0 or later | Upgrade to the latest using CCS update process |

Hình 3.4: Các phần mềm cần thiết.

❖ Bước 2: Xây dựng Project từ thuật toán đã đề xuất ở mục 2.3.



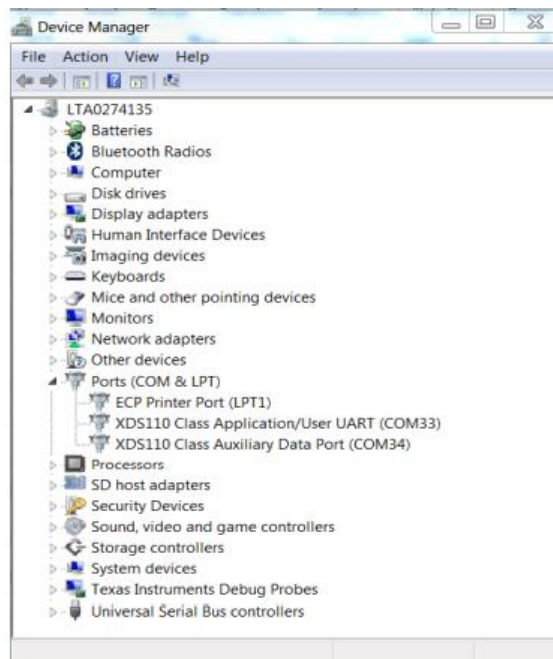
Hình 3.5: Project đo nhịp thở.

❖ Bước 3: Kết nối Radar với máy tính.

- Bật nguồn EVM bằng nguồn 5V/5A.
- Kết nối EVM với PC của bạn và kiểm tra Cổng COM trong

Windows Device Manager.

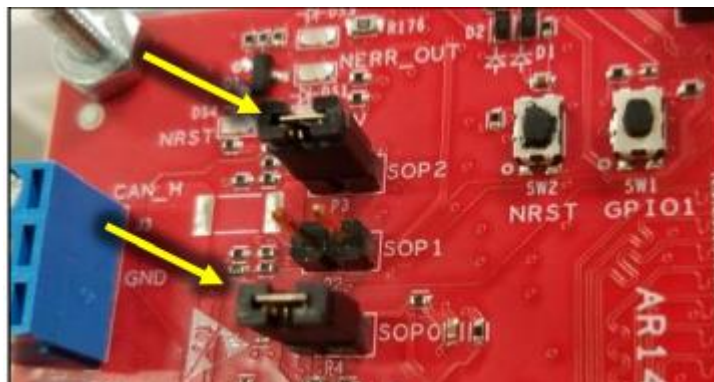
- EVM xuất hai cổng COM ảo là: *XDS110 Class Application/User UART* và *XDS110 Class Auxiliary Data Port*.



Hình 3.6: Kiểm tra cổng kết nối từ thiết bị đến máy tính.

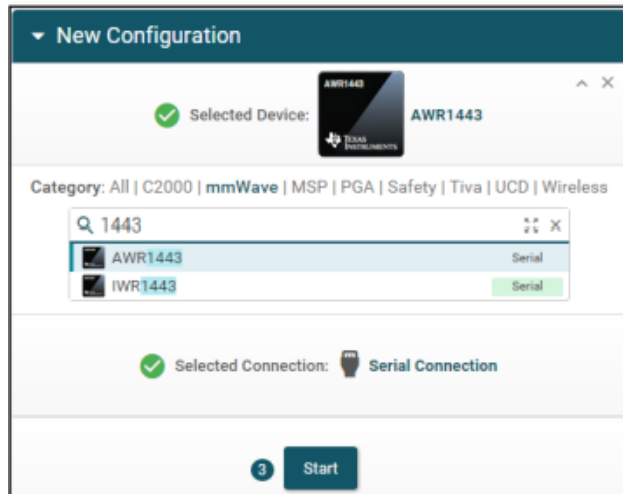
❖ Bước 4: Nạp firmware cho Radar.

- Đặt EVM ở chế độ nhấp nháy bằng cách kết nối jumper trên SOP0 và SOP2 như thể hiện trong hình ảnh.



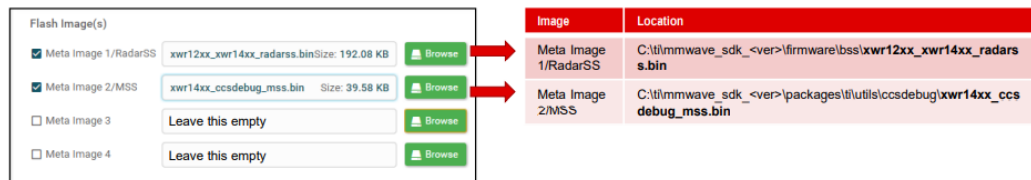
Hình 3.7: Kết nối Jumper trên bảng mạch.

- Mở công cụ UniFlash.
- Trong phần **New Configuration section**, xác định vị trí và chọn thiết bị thích hợp (AWR1443 hoặc IWR1443).



Hình 3.8: Lựa chọn thiết bị để nạp cấu hình.

- Ấn nút **Start** để nạp config mới cho Radar.
- Trong tab **Program**, chọn đường dẫn đến thư mục chứa **SS** và **MSS** của Radar.



Hình 3.9: Chọn đường dẫn chứa file RadarSS và Mss firmware.

- Trong tab **Settings & Utilities**, điền vào hộp văn bản Cổng COM với số cổng COM của Application/User UART COM.

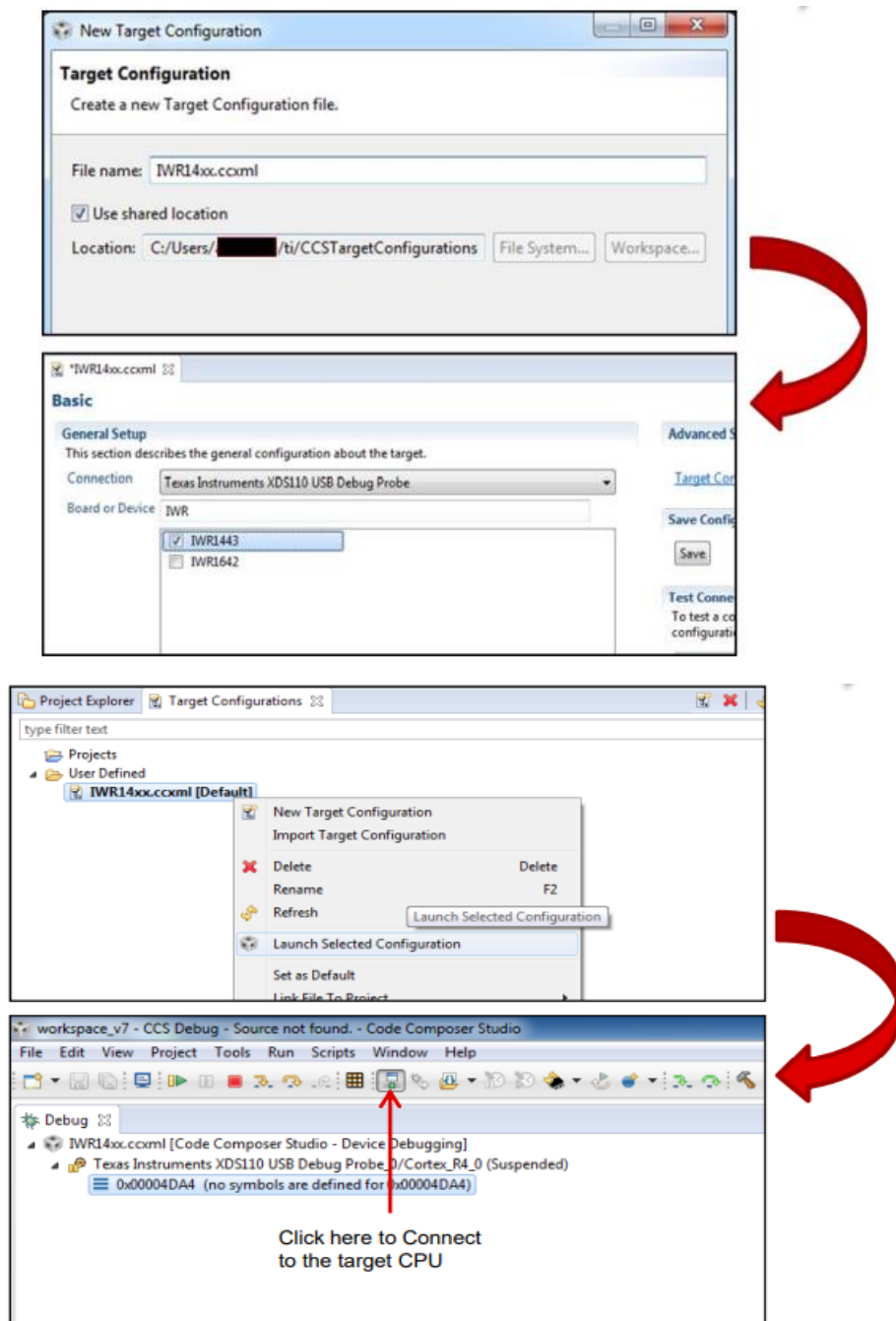


Hình 3.10: Điền cổng COM hiển thị được ở Bước 3.

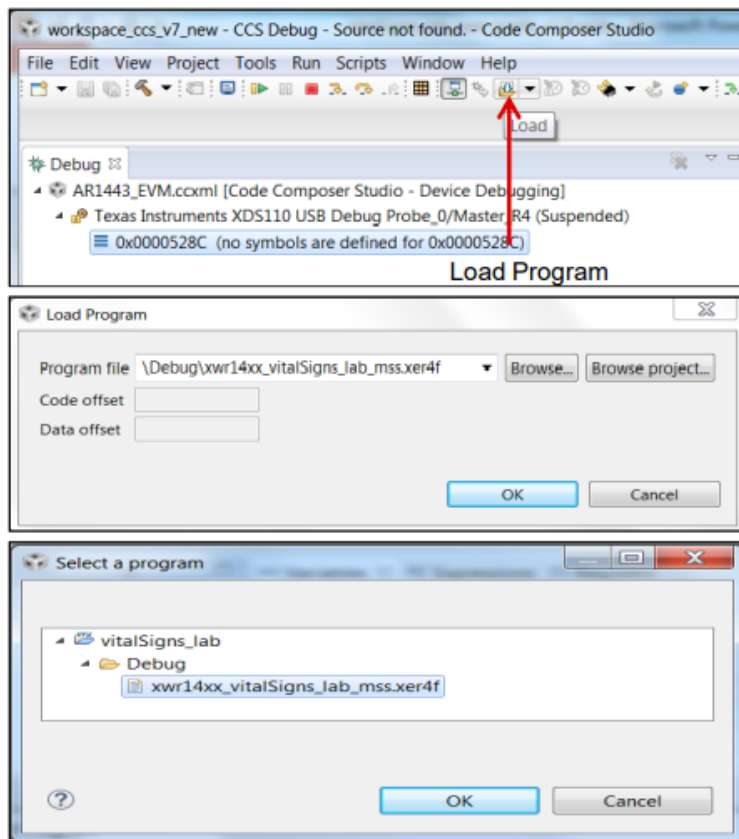
Quay trở lại tab **Program**, khởi động lại thiết bị và ấn vào **Load Images**. Khi quy trình flash hoàn tất, bảng điều khiển của UniFlash sẽ hiển thị:

[SUCCESS] Program Load completed successfully.

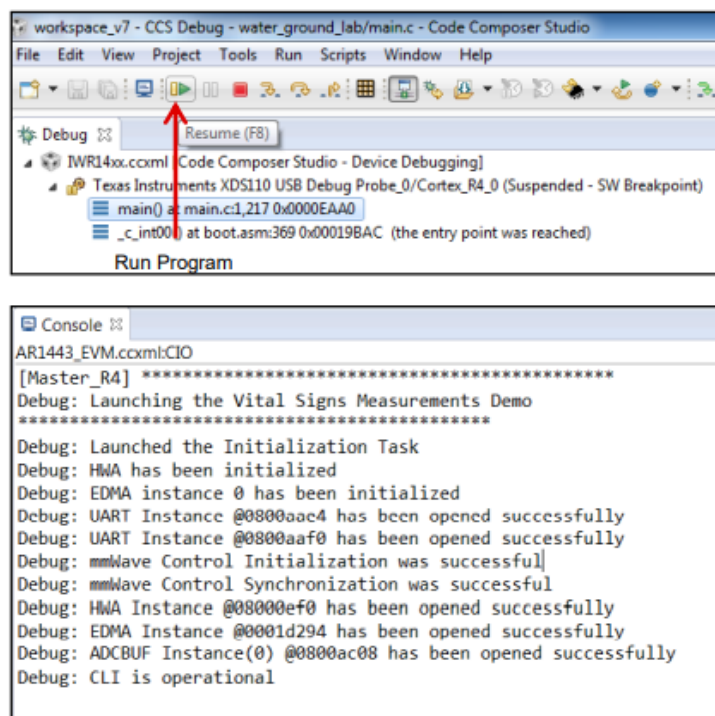
- Tắt nguồn bo mạch và loại bỏ jumper khỏi **SOP2**.
- ❖ Bước 5: Chạy Project.



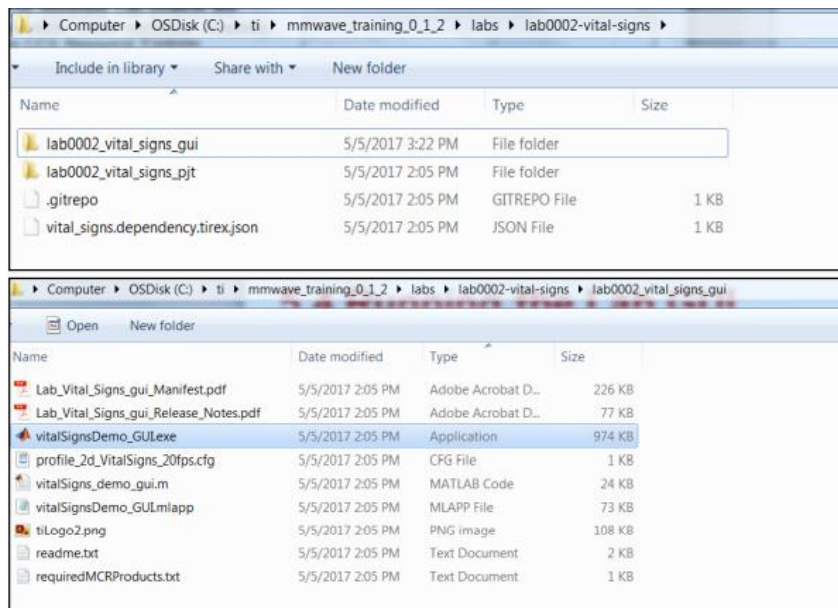
Hình 3.11: Kết nối bo mạch với phần mềm lập trình.



Hình 3.12: Nạp source code.

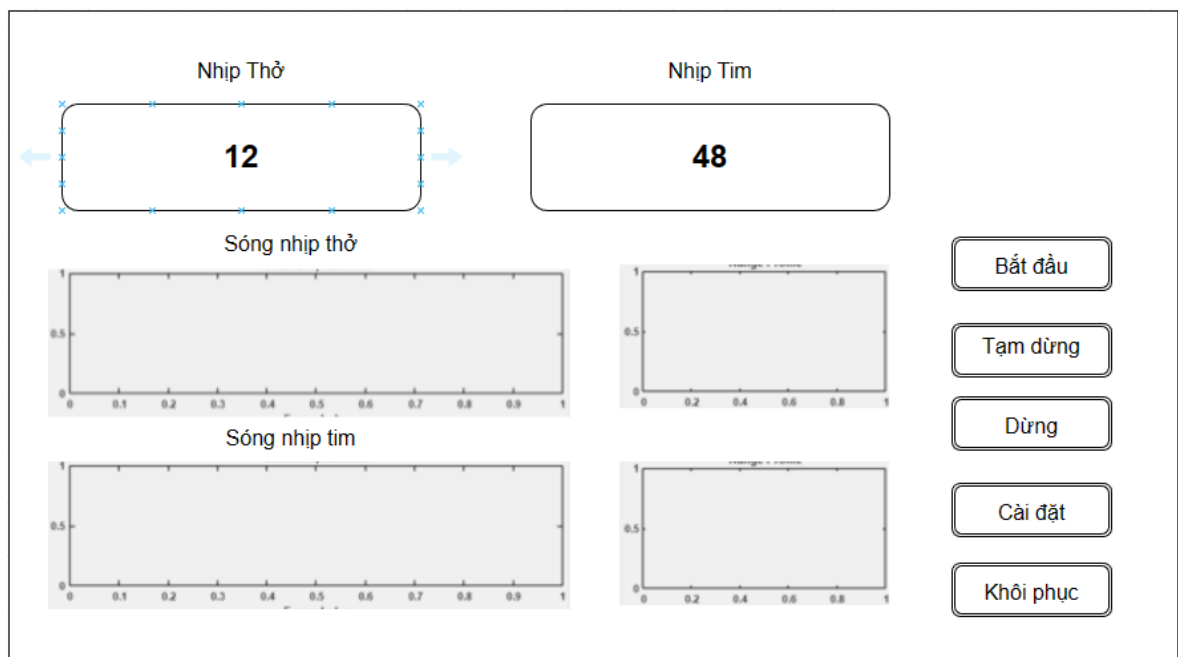


Hình 3.13: Tiến hành đóng gói ứng dụng.



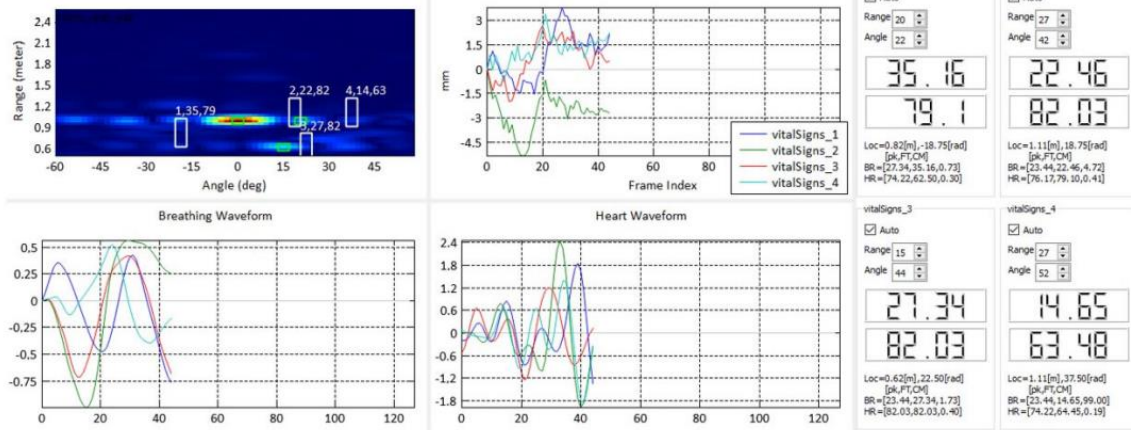
Hình 3.14: Chạy ứng dụng sau khi đã đóng gói hoàn tất.

- ❖ Bước 6: Tiến hành đo thử nghiệm Radar trên cơ thể người.

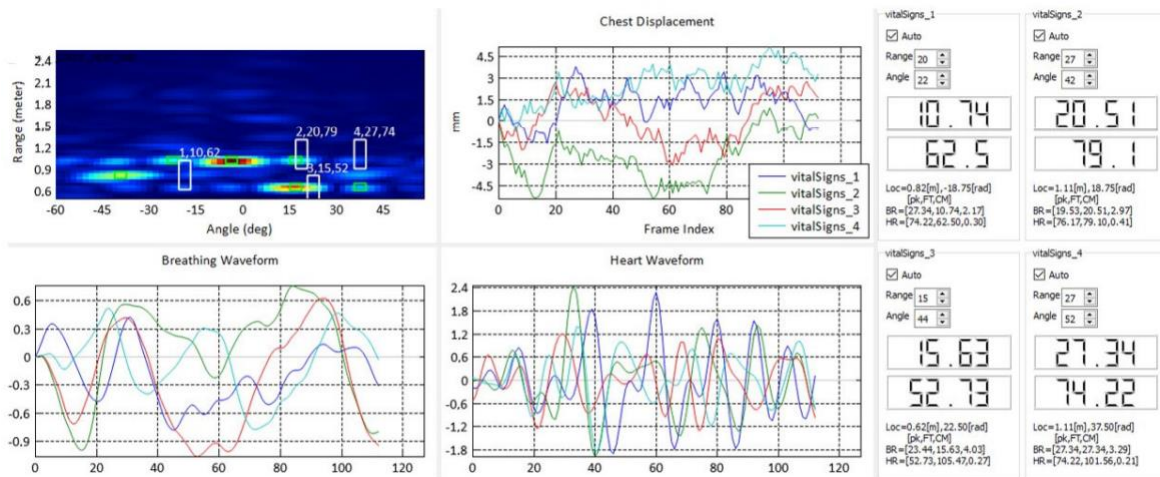


Hình 3.15: Giao diện ứng dụng khi chạy.

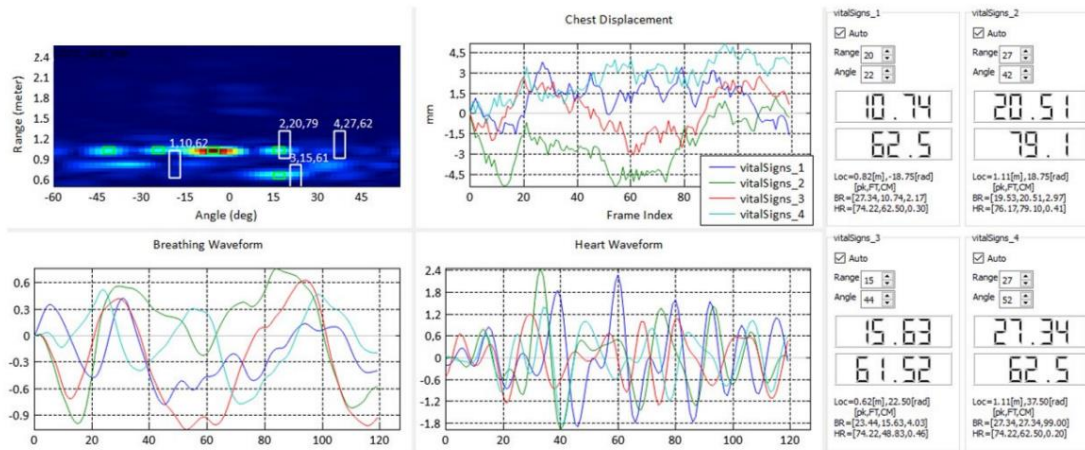
3.4.2 Thu thập dữ liệu



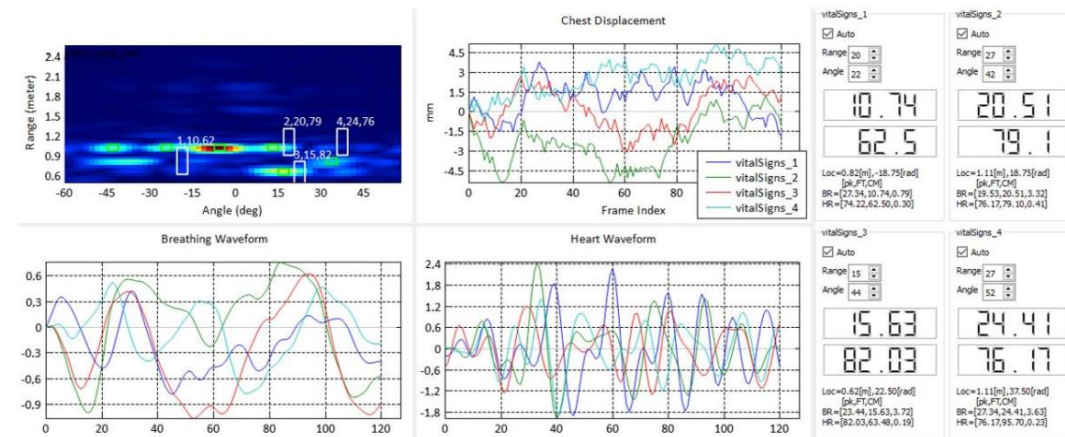
Hình 3.16: Đo lần 1



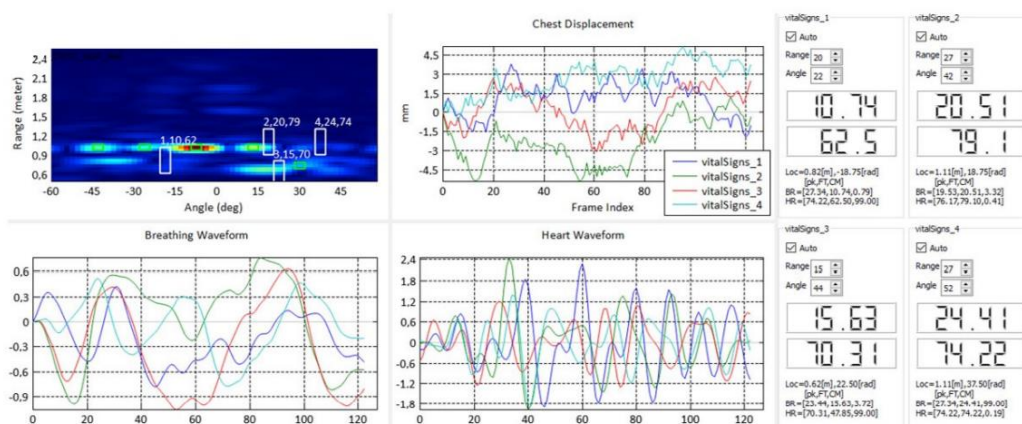
Hình 3.17: Đo lần 2



Hình 3.18: Đo lần 3



Hình 3.19: Đo lần 4



Hình 3.20: Đo lần 5

KẾT LUẬN

Trong phạm vi luận văn đã thực hiện nghiên cứu về bài toán đo nhịp thở bằng cảm biến Radar. Động lực của nghiên cứu này là xác định các phương pháp hiệu quả để đối phó với đo nhịp tim và nhịp thở cho bệnh nhân có làn da nhạy cảm, chẳng hạn như da bị bỏng, đặc biệt nếu số lượng bệnh nhân lớn và số lượng nhân viên y tế hạn chế. Thí nghiệm của tôi đã giải quyết vấn đề này bằng cách đo các dấu hiệu sinh tồn của bốn mục tiêu cùng một lúc bằng cách sử dụng radar FMCW có tần số 77–81 GHz làm cảm biến từ xa. Sau đó tôi đã xử lý dữ liệu bằng cách sử dụng xử lý tín hiệu để nó tạo ra màn hình hiển thị các dấu hiệu quan trọng. Dựa trên kết quả thí nghiệm và giải thích của tôi, như đã báo cáo trong nghiên cứu này, có thể kết luận rằng có thể đo các dấu hiệu sinh tồn của một số người ngay lập tức mà không cần gắn cảm biến cho những người này. Nói cách khác, phép đo sử dụng phương pháp phát hiện đồng thời. Để phát triển trong tương lai, phương pháp được sử dụng trong thí nghiệm có thể được phân loại như một bước đầu tiên để được phát triển thêm để sử dụng trong y tế thể giới và trong lĩnh vực Tìm kiếm Cứu nạn

Trong quá trình nghiên cứu, nhiều hạn chế được phát hiện nhưng để giải quyết đòi hỏi nền tảng tri thức sâu và rộng hơn.